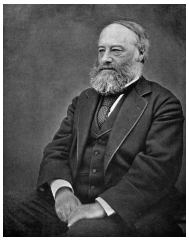
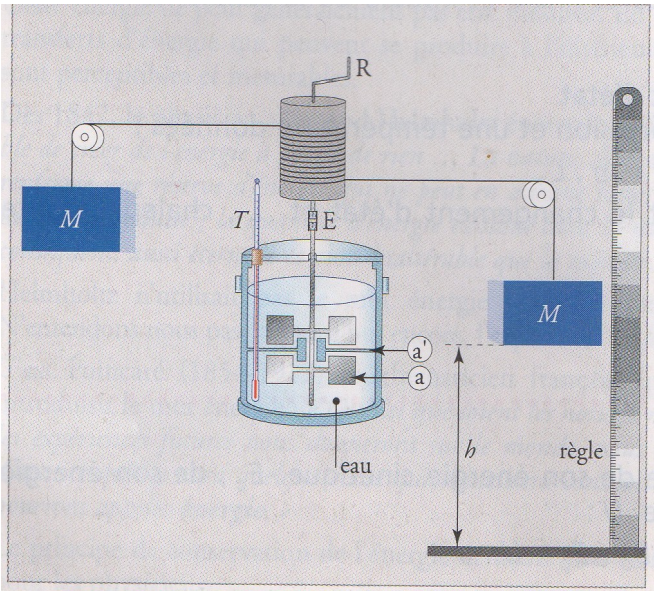
Chapitre 19- Activité documentaire -
Expérience de Joule



Jusqu'au début du XIXe siècle, les phénomènes thermiques étaient dissociés des phénomènes mécaniques. Travail et chaleur étaient mesurés avec des unités différentes (par exemples des « pied-livres » pour le travail et des « calories » pour la chaleur). En 1850, Joule publia les résultats d'une expérience qui lui permirent de connaître « l'équivalence mécanique de la chaleur ». Brasseur de profession, Joule utilisa un dispositif s'inspirant d'une machine à brasser la bière.

<u>Document 1</u> : Principe de l'expérience de Joule



Un calorimètre (un calorimètre est un vase très bien calorifugé, c'est à dire qu'il limite au mieux le transfert thermique entre l'intérieur du vase et le milieu environnant) en cuivre contient de l'eau. Un agitateur à palette (a), d'axe vertical, brasse le liquide par frottement ; son mouvement lui est communiqué par la rotation d'un cylindre entrainé par deux masselottes de masse M qui tombent d'une hauteur h. Des palettes fixes (a'), soudées aux parois du calorimètre, empêchent l'eau d'être entrainée par les pales mobiles et augmentent donc les frottements. Lors des chutes des masses, l'eau s'échauffe et un thermomètre T indique l'élévation de température.
Un dispositif E, permet de séparer le cylindre de l'agitateur afin de remonter les masselottes, sans agiter le liquide.

Le calorimètre contient une masse $m_{eau} = 6{,}00\,kg$ d'eau, la hauteur de chute h est égale à 1,60 m et les masselottes de masse $M = 13{,}0\,kg$ chacune sont remontées 20 fois.

<u>Document 2</u> : Energie interne et transfert d'énergie

L'énergie interne d'un système correspond à la somme de l'énergie cinétique microscopique des particules du système (agitation des particules du système) et de l'énergie potentielle microscopique (interactions entre les particules du système).

Un système peut gagner ou perdre de l'énergie interne par transfert d'énergie. Les deux types de transferts d'énergie possibles sont : le travail W ou le transfert thermique (chaleur) Q.

Pour un liquide ou un solide, la variation d'énergie interne entre un état initial et un état final est donné par :

$$\Delta U = m\,c\,\Delta T = m\,c\,(T_f - T_i)$$

où m étant la masse en kg, c la capacité thermique massique en $J.kg^{-1}.°C^{-1}$ (ou $J.kg^{-1}.K^{-1}$) et T la température en °C (ou K)

Cette variation d'énergie interne étant due aux transferts d'énergie, elle peut s'exprimer en fonction de W et Q : $\Delta U = Q + W$

Tout ce que le système reçoit est compté positivement et tout ce que le système perd est compté négativement.

Questions :

1-On considère le système {eau}, quelle est la nature du transfert d'énergie que reçoit l'eau contenue dans le calorimètre ?

2-Quelle est l'origine de cette énergie ?

3-a) Exprimer le travail effectué par le poids des deux masselottes lors d'une chute.

3-b) Calculer numériquement ce travail.

4-Au cours de l'expérience décrite, quelle est la valeur maximale du transfert d'énergie que peut recevoir l'eau contenue dans le calorimètre ?

5-En utilisant le document 2, que peut-on dire de la variation d'énergie interne ΔU de l'eau ?

6-En utilisant la question précédente, déterminer la valeur maximale de la variation de température ΔT de l'eau.

7-En réalité la variation de température est légèrement inférieure à la valeur précédente. Pourquoi ?

Données :

-Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$

-Capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4{,}18\ kJ.kg^{-1}.°C^{-1}$ ou $c_{eau} = 4{,}18\ kJ.kg^{-1}.K^{-1}$

-Relation Kelvin-Celsius : $T(K) = 273{,}15 + T(°C)$